

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/CN05/000120

International filing date: 28 January 2005 (28.01.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: CN  
Number: 200410004119.2  
Filing date: 07 February 2004 (07.02.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 05 April 2005 (05.04.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

# 证 明

本证明之附件是向本局提交的下列专利申请副本

申 请 日： 2004. 02. 07

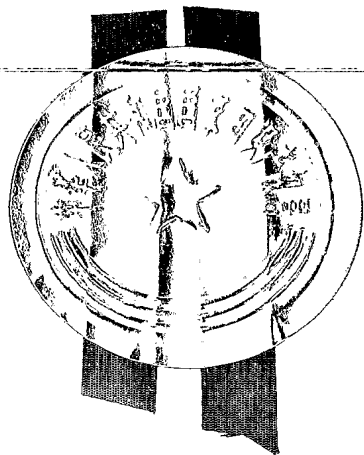
申 请 号： 2004100041192

申 请 类 别： 发明

发明创造名称： 实现虚拟租用线的方法

申 请 人： 华为技术有限公司

发明人或设计人： 李斌、李德丰



中华人民共和国  
国家知识产权局局长

王 景 川

2005 年 2 月 18 日

## 权 利 要 求 书

1. 一种实现虚拟租用线的方法, 其特征在于, 包含以下步骤:

A 利用虚拟局域网双标签技术实现虚拟局域网标签栈;

5 B 使动态虚拟局域网双标签交换设备和其它标准多协议标签交换设备实现互通;

C 扩展标签分配协议以分发虚拟局域网标签并作为二层虚拟专用网的拓扑发现协议;

10 D 扩展资源预留协议-流量工程分配虚拟局域网标签并协商虚拟局域网标签范围;

E 构造虚拟局域网交换路径实现虚拟租用线。

2. 根据权利要求 1 所述的实现虚拟租用线的方法, 其特征在于, 从不同接口进入的相同虚拟局域网作为不同的标签对待。

15 3. 根据权利要求 1 所述的实现虚拟租用线的方法, 其特征在于, 所述标签栈可以只有一层; 当所述标签栈大于等于两层时, 最外层的两层标签采用虚拟局域网双标签格式, 其余标签采用标准的标签格式。

4. 根据权利要求 1 所述的实现虚拟租用线的方法, 其特征在于, 所述步骤 B 还包含如下子步骤:

20 B1 当所述动态虚拟局域网双标签交换设备位于上游时, 在所述动态虚拟局域网双标签交换设备出接口上完成从虚拟局域网双标签封装到多协议标记交换封装的转换;

B2 当所述动态虚拟局域网双标签交换设备位于下游时, 不改动上游多协议标签交换设备, 所述动态虚拟局域网双标签交换设备给上游分配一个范围和虚拟局域网标签相同的普通多协议标签交换标签, 在所述动态虚拟局域

网双标签交换设备入接口上识别多协议标签交换标签并作为虚拟局域网标签处理。

5. 根据权利要求 1 所述的实现虚拟租用线的方法, 其特征在于, 所述步骤 B 还包含如下子步骤:

5 B1 当所述动态虚拟局域网双标签交换设备位于上游时, 在所述动态虚拟局域网双标签交换设备出接口上完成从虚拟局域网双标签封装到多协议标记交换封装的转换;

10 B2 当所述动态虚拟局域网双标签交换设备位于下游时, 改动上游多协议标记交换设备支持虚拟局域网双标签封装, 所述动态虚拟局域网双标签交换设备给上游分配虚拟局域网标签。

6. 根据权利要求 1 所述的实现虚拟租用线的方法, 其特征在于, 所述步骤 C 中定义虚拟局域网标签类型长度值在标签映射消息中使用, 向上游分配虚拟局域网标签。

15 7. 根据权利要求 1 所述的实现虚拟租用线的方法, 其特征在于, 所述步骤 C 中定义虚拟局域网会话参数和邻居设备协商虚拟局域网标签。

8. 根据权利要求 7 所述的实现虚拟租用线的方法, 其特征在于, 在标签分配协议初始化消息中, 所述动态虚拟局域网双标签交换设备利用所述虚拟局域网会话参数通知邻居设备自己是一个动态虚拟局域网双标签交换设备。

20 9. 根据权利要求 7 所述的实现虚拟租用线的方法, 其特征在于, 标签分配协议初始化后, 向邻居设备分配标签时, 分配定义范围内的虚拟局域网标签值。

10. 根据权利要求 1 所述的实现虚拟租用线的方法, 其特征在于, 所述步骤 D 中增加虚拟局域网标签请求对象协商虚拟局域网标签范围。

# 说明书

## 实现虚拟租用线的方法

### 技术领域

5 本发明涉及虚拟专用网的实现，特别涉及虚拟租用线虚拟专用网的实现。

### 背景技术

10 基于传输控制协议/网际互连协议(Transmission Control Protocol/Internet Protocol, 简称“TCP/IP”)的以太网技术经过 30 多年的发展, 目前已经成为占绝对支配地位的局域网技术, 已经成功进入公共网络的核心网、扎根于城域网并逐步渗透到公共接入网络。几乎对于每一个应用而言, 以太网技术已经成为事实上的传输协议标准, 由于具有简单、灵活和低成本的特点, 它的优势已经远远超过传统的一些技术, 比如令牌环(Token Ring)、光纤分布数据接口(Fiber Distributed Data Interface, 简称“FDDI”)和异步传输模式(Asynchronous Transfer Mode, 简称“ATM”)。

15 随着基于以太网技术的局域网(Local Area Network, 简称“LAN”)和以太网交换技术的发展, 出现了虚拟局域网(Virtual Local Area Network, 简称“VLAN”)。VLAN 是由电子和电气工程师协会(Institute of Electrical and Electronics Engineers, 简称“IEEE”)802.1Q 定义的一种基于在局域网交换机的基础之上对局域网进行划分的一种技术。

20 与此同时, 随着以太网技术的发展, 人们希望 IP 网络不仅能够提供传统的电子邮件(e-mail)、上网等服务, 还能够提供端到端的转发控制、QoS 等服务。多协议标签交换(Multi-Protocol Label Switching, 简称“MPLS”)就是近年来在 IP 技术基础之上, 结合 ATM 技术发展起来的一种基于处于链路层头和网络层头之间的标签以加快转发的一种技术, 它能够兼容多种网络

技术和链路层技术，目前它在虚拟专用网（Virtual Private Networking，简称“VPN”），流量工程，服务质量（Quality of Service，简称“QoS”）等领域得到了广泛应用。

MPLS 技术中，标签作为一个长度固定为 4 个字节、具有本地意义的短标识符，位于链路层包头和网络层分组之间，用于标识一个转发等价类（Forwarding Equivalence Class，简称“FEC”）。其中，FEC 是指标签分配协议（Label Distribution Protocol，简称“LDP”）进行标签分配时，被归为一类并分配相同标签的具有相同转发特征的一些目的地址前缀或主机地址。特定分组上的标签代表着分配给该分组的 FEC。标签的封装结构如图 1。其中，Label 表示标签值，长度为 20 比特（bit），是用于转发的指针；分组生命期（Time to Live，简称 TTL）长度为 8 比特，和 IP 分组中的 TTL 意义相同；Exp 共 3 比特，作为保留用于试验；S 长 1 比特，表明多层标签所处的层，置 1 时表示为最底层标签。标签在分组中的封装位置有两种：垫层（SHIM）方式和异步传输模式/帧中继（Asynchronous Transfer Mode /Frame Relay，简称“ATM/FR”）方式，如图 2。

将特定标签绑定到特定 FEC 的决定由下游标签交换路由器（Label Switch Router，简称“LSR”）作出，下游 LSR 随后通知上游 LSR，即标签由下游指定，标签绑定按照从下游到上游的方向分发。标签分发方式可以是 LSR 无须从上游获得标签请求消息即进行标签分配与分发的下游自主标签分发，也可以是 LSR 获得标签请求消息之后才进行标签分配与分发的下游按需标签分发。标签保持方式也有两种：自由标签保持方式和保守标签保持方式。对于特定的一个 FEC，如果 LSR 上游路由器（Upstream Router，简称“Ru”）收到了来自 LSR 下游路由器（Downstream Router，简称“Rd”）的标签绑定，当 Rd 不是 Ru 的下一跳时，如果 Ru 保存该绑定，则称 Ru 使用的是自由标签保持方式；如果 Ru 丢弃该绑定，则称 Ru 使用的是保守标签保持方式。当要求 LSR 能够迅速适应路由变化时可使用自由标签保持方式；当要求 LSR

中保存较少的标签数量时可使用保守标签保持方式。

如图 3 所示, MPLS 网络的基本构成单元是 LSR 设备 10 (本文用 10-1、10-2 等标号区分不同 LSR 设备), 由 LSR 构成的网络叫做 MPLS 域。位于 MPLS 域边缘和其它用户网络相连的 LSR 称为边缘 LSR, 例如图 3 所示的 LSR 设备 10-1、10-2、10-5、10-8 和 10-9; 位于 MPLS 域内部的 LSR 则称为核心 LSR, 例如 LSR 设备 10-3、10-4、10-6 和 10-7。核心 LSR 可以是支持 MPLS 的路由器, 也可以是由 ATM 交换机等升级而成的 ATM-LSR。被标签的分组沿着由一系列 LSR 构成的标签交换路径 (Label Switched Path, 简称“LSP”) 传送, 入口 LSR 叫 Ingress, 出口 LSR 叫 Egress。图 3 所示由 LSR 设备 10-2、10-3、10-4 和 10-5 连接而成的路径就是一个 LSP, 该 LSP 的 Ingress 为 LSR 设备 10-2, Egress 为 LSR 设备 10-5。

在 Ingress, 将进入网络的分组根据其特征划分成 FEC。一般根据 IP 地址前缀或者主机地址来划分 FEC。这些具有相同 FEC 分组在 MPLS 区域中将经过相同的路径, 即 LSP。LSR 对到来的 FEC 分组分配一个短而定长的标签, 然后从相应的接口转发出去。

在 LSP 沿途的 LSR 上都已建立了输入/输出标签的映射表, 该表的元素叫下一跳标签转发条目 (Next Hop Label Forwarding Entry, 简称 NHLFE)。对于接收到的标签分组, LSR 只需根据标签从表中找到相应的 NHLFE, 并用新的标签来替换原来的标签, 然后对标签分组进行转发, 这个过程叫输入标签映射 (Incoming Label Map, 简称“ILM”)。NHLFE 中除了包含有下一跳标签外, 还有链路层封装信息等其它必要的内容。

MPLS 对特定分组进行的 FEC 指定只需要在网络入口处进行, 后续路由器只需简单的转发即可, 较常规的网络层转发要简单的多, 从而提高了转发速度。

MPLS 对于实现流量工程的意义是十分重大的。它能实现其它模型所实

现的各种流量工程功能，而且成本很低，更重要的是，它还可以实现流量工程功能的部分自动化。目前多采用资源预留协议（Reservation Protocol，简称“RSVP”）-流量工程（Traffic Engineering，简称“TE”）来支持 MPLS TE，它在 RSVP 的基础上进行流量工程的扩展。在 RSVP-TE 中，主要的消息有

5 PATH 和 RESV 两种，他们都是对 RSVP 中的相应消息的扩展。RSVP-TE 的 PATH 和 RESV 消息中，主要包含下列几种对象：向下游请求标签的标签请求对象（Label Request Object），指定严格或松散的显示路径的显式路径对象（Explicit Route Object），为上游提供标签的标签对象（Label Object），记录经过的路由用于环路检测的路由记录对象（Record Route Object），控制

10 LSP 的流量工程属性会话属性对象（Session Attribute Object）和有关带宽资源的配置的说明对象（Tspec Object）。除了扩展消息对象，RSVP-TE 还可以使用消息合并技术、消息标识符（MESSAGE\_ID）技术、摘要刷新技术和 HELLO 协议扩展技术进行改进。

MPLS 还支持 LSP 隧道（Tunnel）技术。在一条 LSP 路径上，LSR Ru

15 和 LSR Rd 互为上下游，但 LSR Ru 和 LSR Rd 之间的路径可能并不是路由协议所提供路径的一部分，MPLS 允许在 LSR Ru 和 LSR Rd 间建立一条新的 LSP 路径<Ru R1...Rn Rd>，LSR Ru 和 LSR Rd 分别为这条 LSP 的起点和终点。LSR Ru 和 LSR Rd 间的 LSP 就是 LSP 隧道，它避免了传统的网络层封装隧道。当隧道经由的路由和逐跳从路由协议取得的路由一致时，这种隧道叫逐

20 跳路由隧道；若不一致，则这种隧道叫显式路由隧道。当分组在 LSP 隧道中传送时，分组的标签就会有多层。在每一隧道的入口和出口处要进行标签栈的入栈和出栈操作，每发生一次入栈操作标签就会增加一层。MPLS 对标签栈的深度没有限制。如图 4 所示，LSP<R2 R21 R22 R3>就是 R2、R3 间的一条隧道。

25 LDP 实现 LSP 的建立，即将 FEC 和标签进行绑定，并将这种绑定通告 LSP 上相邻 LSR。LDP 规定了 LSR 间的消息交互过程和消息结构，以及路由



选择方式。LSR 通过周期性地发送 Hello 消息来发现 LSR 邻居，然后与新发现的相邻 LSR 间建立 LDP 会话。通过 LDP 会话，相邻 LSR 间通告标签交换方式、标签空间、会话保持定时器值等信息。LDP 会话是 TCP 连接，需通过 LDP 消息来维护，如果在会话保持定时器值规定的时间内没有其它 LDP 消息，那么必须发送会话保持消息来维持 LDP 会话的存在。MPLS 还支持基于约束路由的 LDP 机制（Constrain-based Routing LDP，简称“CR-LDP”）。所谓 CR-LDP，就是入口节点在发起建立 LSP 时，在标签请求消息中对 LSP 路由附加了一定的约束信息。这些约束信息可以是对沿途 LSR 的精确指定，此时叫严格的显式路由；也可以是对选择下游 LSR 时的模糊限制，此时叫松散的显式路由。

虚拟租用线（Virtual Leased Line，简称“VLL”）能使分布于不同地域的用户网络通过网络提供商网络资源建立的专用虚拟通道进行通信。VLL 中，网络提供商不参与拥护网络的路由，只提供这些不同地域的用户网络之间的链路层的互通，并保证通信过程中保护用户网络的私有性的一种新技术、新业务，这种业务经常被归类为二层（Layer 2，简称“L2”）VPN。

现有的实现 VLL 主要有三种方案，下面分别介绍。

目前业界可以通过点到点的 MPLS L2 VPN 实现 VLL，即网络运营商负责向用户提供二层的连通性，而不需参与 VPN 用户的路由计算。简单地说，MPLS L2 VPN 就是在 MPLS 网络上透明地传递用户的二层数据。从用户角度来看，该 MPLS 网络就是一个二层交换网络，用户可通过网络在不同站点之间建立二层连接。在二层 VPN 中，由于服务提供商不参与路由，因此可以自然而然地实现客户路由的保密性。以 ATM 为例，每个 CE 配置一个 ATM 虚电路，通过 MPLS 网络与远端 CE 设备相连，这一过程与通过 ATM 网络实现互联完全一样。MPLS L2 VPN 组网示意图如图 5 所示。

二层 VPN 可以通过多协议边界网关协议（Multi-Protocol Border Gateway

Protocol, 简称“MP-BGP”)扩展实现,也可以通过LDP扩展实现。两种实现方式的帧封装模式相同,具体实现可以参照draft-martini-l2circuit-encap-mpls-04。

技术方案一通过MP-BGP扩展实现的L2 VPN,称为Kompella MPLS L2 VPN方式。在Kompella MPLS L2 VPN中,用户网边缘路由器(Custom Edge Router,简称“CE”)、供应商边缘路由器(Provider Edge Router,简称“PE”)和P的概念与BGP/MPLS VPN一样,原理也很近似,也是利用标签栈来实现用户报文在MPLS网络中的透明传送。其中外层标签即Tunnel标签用于将报文从一个PE传递到另一个PE,内层标签即VC标签用于区分不同VPN中的连接,接收方PE可根据VC标签决定将报文传递到哪个CE。在转发过程中,报文标签栈的变化如图6所示。关于Kompella MPLS L2 VPN的实现可以参照draft-kompella-ppvnp-12vpn-02。

技术方案二通过LDP扩展实现的L2 VPN,称为Martini MPLS L2 VPN方式。它着重解决如何在两个CE之间建立VC的问题。Martini MPLS L2 VPN采用VC-TYPE+VC-ID来识别VC,其中,VC-TYPE表明VC的类型为ATM、VLAN或点到点协议(Point to Point Protocol,简称“PPP”),而VC-ID用于唯一标志一个VC。在同一VC-TYPE的所有VC中,VC-ID在整个SP网络中具有唯一性,连接两个CE的PE通过LDP交换VC标签,并通过VC-ID将对应的CE绑定起来。在连接两个PE的LSP建立成功,双方的标签交换和绑定完成后,一个VC就建立起来了,两个CE即可通过该VC传递二层数据。为了在PE之间交换VC标签,Martini草案对LDP进行了扩展,增加了VC FEC的FEC类型。此外,由于交换VC标签的两个PE可能不是直接相连的,因此LDP必须采用远端对等层来建立会话,并在该会话上传递VC FEC和VC标签。在该方式实现的VLL中,使用LDP作为传递虚通道(Virtual Channel,简称“VC”)信息的信令。PE之间将建立LDP的远程会话,PE为CE之间的每条连接分配一个VC标签。二层VPN信息将

携带着 VC 标签, 通过 LDP 建立的 LSP 转发到远程会话的对端 PE。这样实际上在普通的 LSP 上建立了一条 VC LSP。在 Ingress PE 上, 数据包在进入 LSP 之前, 先在数据包内层打上 VC 标签, 然后再打上 LSP 的标签, 这样, 到达 Egress PE 上时, 剥掉 LSP 外层标签后, 根据 VC 标签, 就知道是哪个 VC 的, 并据此转发到正确的 CE 上。这种方式, 配置一条 VC 连接, 需在相关的两个 PE 上各配置一个单向连接。关于 Martini MPLS L2 VPN 的实现可以参考 draft-martini-l2circuit-trans-mpls-10。

技术方案三使用 VLAN 技术实现 VPN。基于 IEEE 802.1 Q 封装的协议——虚拟局域网双标签 (QinQ) 技术, 其核心思想是将用户私网 VLAN 标识 (tag) 封装到公网 VLAN tag 上, 报文带着两层 tag 穿越服务商的骨干网络, 从而为用户提供一种较为简单的二层 VPN 隧道。QinQ 协议是一种简单而易于管理的协议, 它不需要信令的支持, 仅仅通过静态配置实现来维持隧道的建立, 特别适用于小型的, 以三层交换机为骨干的企业网或小规模城域网。图 7 为基于传统的 IEEE 802.1Q 协议的网络。图 7 所示这种配置方法必须使用户的 VLAN 在骨干网络上可见, 不仅耗费服务提供商宝贵的 VLAN ID 资源, 而且还需要服务提供商管理用户的 VLAN 号, 用户没有自己规划 VLAN 的权利。为了解决上述问题, QinQ 协议向用户提供一个唯一的公网 VLAN ID, 将用户私网 VLAN tag 封装在这个新的公网 VLAN ID 中, 依靠它在公网中传播, 用户私网 VLAN ID 在公网中被屏蔽, 从而大大地节省了服务提供商紧缺的 VLAN ID 资源, 如图 8 所示。公网只需要向用户分配一个 VLAN 3 号, 无论用户网内部规划了多少个私网 VLAN ID, 当带有 tag 的用户报文进入服务提供商的骨干网络时, 都统一地强行插入新分配的公网 VLAN 号, 通过该公网 VLAN 号穿过骨干网络, 报文到达骨干网另一侧 PE 设备后, 剥离公网 VLAN tag, 还原用户报文, 然后再传送给用户的 CE 设备。因此, 在骨干网中传递的报文具有两层 802.1Q tag 头, 一个是公网 tag, 一个是私网 tag。由于 CE1 的出端口为干线 (Trunk) 端口, 因此用户发往 PE1 的报文均携带用

户私网的 VLAN tag (范围是 200-300), 如图 9; 进入 PE1 后, 由于入端口为 QinQ 的接入端口, PE1 不理睬用户私网的 VLAN tag, 而是将入端口缺省 VLAN 3 的 tag 强行插入用户报文, 如图 10; 在骨干网, 报文沿着 Trunk VLAN 3 的端口传播, 用户私网的 tag 在骨干网中保持透明状态, 直至到达网络边缘设备 PE2; PE2 发现与 CE2 相连的端口为 VLAN 3 的接入端口, 按照传统 802.1Q 协议剥掉 VLAN 3 的 tag 头, 恢复成用户的原始报文, 然后发送给 CE2, 恢复的原始报文和图 9 所示相同。

在实际应用中, 上述方案存在以下问题: 技术方案一和技术方案二所述的 VLL 实现方案存在复杂的封装协议, 并且对于以太城域网的情况下, 封装开销较大; 技术方案三所述的 QinQ 实现 VLL 的方案在网络较大时的配置工作和维护工作很大。

造成这种情况的主要原因在于, 技术方案一和技术方案二所述的 VLL 实现方式是根据 MPLS 标签进行交换, 协议比较复杂, 而且由于存在两层 MPLS 标签和两个以太网链路层帧头, 因此封装开销大; 技术方案三的标签是静态配置的, 因此当网络较大时, 配置和维护都比较困难, 导致工作量加大。

### 发明内容

有鉴于此, 本发明的主要目的在于提供一种实现虚拟租用线的方法, 使得能够充分利用现有设备, 在封装简单、开销较小的同时又能实现自动配置并保证流量工程等方面的要求。

为实现上述目的, 本发明提供了一种实现虚拟租用线的方法, 包含以下步骤:

A 利用虚拟局域网双标签技术实现虚拟局域网标签栈;

B 使动态虚拟局域网双标签交换设备和其它标准多协议标签交换设备实现互通;

C 扩展标签分配协议以分发虚拟局域网标签并作为二层虚拟专用网的拓扑发现协议;

D 扩展资源预留协议-流量工程分配虚拟局域网标签并协商虚拟局域网标签范围;

5 E 构造虚拟局域网交换路径实现虚拟租用线。

其中, 从不同接口进入的相同虚拟局域网作为不同的标签对待。

所述标签栈可以只有一层; 当所述标签栈大于等于两层时, 最外层的两层标签采用虚拟局域网双标签格式, 其余标签采用标准的标签格式。

所述步骤 B 还包含如下子步骤:

10 B1 当所述动态虚拟局域网双标签交换设备位于上游时, 在所述动态虚拟局域网双标签交换设备出接口上完成从虚拟局域网双标签封装到多协议标记交换封装的转换;

15 B2 当所述动态虚拟局域网双标签交换设备位于下游时, 不改动上游多协议标签交换设备, 所述动态虚拟局域网双标签交换设备给上游分配一个范围和虚拟局域网标签相同的普通多协议标签交换标签, 在所述动态虚拟局域网双标签交换设备入接口上识别多协议标签交换标签并作为虚拟局域网标签处理。

所述步骤 B 还包含如下子步骤:

20 B1 当所述动态虚拟局域网双标签交换设备位于上游时, 在所述动态虚拟局域网双标签交换设备出接口上完成从虚拟局域网双标签封装到多协议标记交换封装的转换;

B2 当所述动态虚拟局域网双标签交换设备位于下游时, 改动上游多协议标记交换设备支持虚拟局域网双标签封装, 所述动态虚拟局域网双标签交换设备给上游分配虚拟局域网标签。

所述步骤 C 中定义虚拟局域网标签类型长度值在标签映射消息中使用，  
向上游分配虚拟局域网标签。

所述步骤 C 中定义虚拟局域网会话参数和邻居设备协商虚拟局域网标  
签。

5 在标签分配协议初始化消息中，所述动态虚拟局域网双标签交换设备利  
用所述虚拟局域网会话参数通知邻居设备自己是一个动态虚拟局域网双标签  
交换设备。

标签分配协议初始化后，向邻居设备分配标签时，分配定义范围内的虚  
拟局域网标签值。

10 所述步骤 D 中增加虚拟局域网标签请求对象协商虚拟局域网标签范围。

通过比较可以发现，本发明的技术方案与现有技术的区别在于，本发明  
方案综合采用了现有三种技术方案的实现思想，利用 VLAN 标签进行交换并  
扩展 MPLS 实现 VLL。

这种技术方案上的区别，带来了较为明显的有益效果，即首先，本发明  
15 提出实现 VLL 的方法综合了现有技术方案的优点，协议简单，封装开销较小  
而且配置维护均较方便；其次，本发明方案基于 MPLS 扩展实现，而目前各  
厂商设备均支持 MPLS 信令协议，在此基础上扩展 MPLS 协议来实现 QinQ  
VLAN 交换的 VLL，将充分利用现有设备，容易获得厂商的广泛支持；第三，  
本发明方案采用 MPLS 协议，对现有协议只需进行简单修改，升级方便，可  
20 以迅速的部署业务。

### 附图说明

图 1 为 MPLS 技术中标签的封装结构示意图；

图 2 为 MPLS 技术中标签在分组中的封装位置示意图；

图 3 为 MPLS 网络的组成示意图；

图 4 为 MPLS 技术中 LSP 隧道实现的示意图;

图 5 为 MPLS L2 VPN 组网示意图;

图 6 为 Kompella MPLS L2 VPN 方式实现 VLL 的方案中,在转发过程中报文标签栈变化的示意图;

5 图 7 为基于传统的 IEEE 802.1Q 协议的网络示意图;

图 8 为 QinQ 协议实现 VLL 的典型组网示意图;

图 9 为 QinQ 协议实现 VLL 的方案中,用户发往 PE1 的报文封装示意图;

图 10 为 QinQ 协议实现 VLL 的方案中,报文进入 PE1 后的报文封装示意图。

## 10 具体实施方式

为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合附图对本发明作进一步地详细描述。

本发明提出的实现 VLL 的方法,针对目前在城域网中大量使用以太网交换机的现状,利用以太网技术自身的特点,从技术简单性和普遍性出发,基  
15 于 VLAN 标签交换和 MPLS 扩展实现,其基本原理是 VLAN 交换和本地化,并采用这种技术来建立 VLL。本发明方案利用以太网 802.1Q 封装中的 VLAN 标识作为标签,用 QinQ 技术实现两层标签栈,并利用以太网帧头封装净荷,同时扩展 MPLS 协议来实现 VLAN 标签的自动分配,并借鉴和 MPLS 相关的  
20 现有成熟技术,来实现和现有三种技术方案的互通,以及保证流量工程等方面的要求。

要实现本发明方案, MPLS 扩展协议要完成以下工作:

1.定义一种新的标签类型:将 VLAN 作为一种新的标签类型,其范围为 0-4095,由于 VLAN 数目少,建议标签空间为每接口标签空间;

2.邻居之间协商 VLAN 标签：标签由下游设备通知上游设备，因此必须通知邻居设备本设备采用 VLAN 标签，也就是强制邻居设备分配一个 VLAN 标签给自己；

3.同 MPLS 标签的互通：允许邻居设备支持 MPLS，完成 VLAN 标签交换；

4.实现 VLAN 标签栈：本发明方案采用 QinQ 技术实现 VLAN 标签栈，目前允许 2 层，也可考虑扩展到无限层次，也允许设备仅支持一层 VLAN 标签，其它标签采用 MPLS 标签；

5.建立 VLL：在构造 VLAN 交换路径后，将两端用户 VLAN 连接起来。依照上述的构思，就可以基于 VLAN 标签交换和 MPLS 扩展实现 VLL。下面结合本发明的一个具体实施例来说明本发明方案。

在本发明的一个较佳实施例中，定义的一种新的标签类型即 VLAN 标签，其范围为 0-4095。在转发平面上，VLAN 标签和 IEEE 802.1Q 中的规定相同，长度为 12 比特。在支持标签栈时，最外层的两层标签采用 QinQ 格式，其余标签采用标准的标签格式。由于 VLAN 值范围有限，必须支持每接口的标签空间，因此在本发明的一个较佳实施例中，从不同接口进入的相同 VLAN 作为不同的标签对待。每平台的标签空间可选。由于这种动态分配的 VLAN 标签应用于二层透明传输，因此也不需要 TTL，即不支持 MPLS TTL。其环路检测依靠信令平面完成。

在本发明的一个较佳实施例中，支持 VLAN 标签与 MPLS 标签的互通。即允许支持这种 MPLS 扩展协议分配的 QinQ VLAN 的交换设备（本文中暂称该设备为动态 QinQ 交换设备）的邻居是一个不支持动态 QinQ 的标准 MPLS 设备。当动态 QinQ 交换设备位于上游时，在动态 QinQ 交换设备的出接口上，需要完成从 QinQ 封装到 MPLS 封装的转换。当动态 QinQ 交换设备位于下游时，有两种可选项：

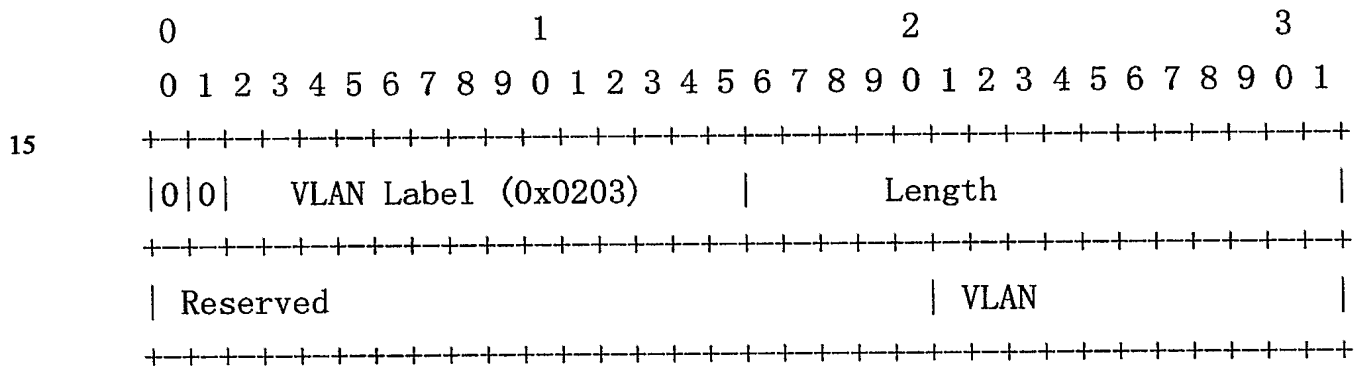


第一种方案可以不改动上游的 MPLS 设备。在动态 QinQ 交换设备的入接口上识别 MPLS 标签，把它当作 VLAN 标签来处理。这时，动态 QinQ 交换设备给上游分配一个普通 MPLS 标签，但范围和 VLAN 标签相同，为 0-4095。

- 5        另一种方案改动上游 MPLS 设备。要求上游设备支持动态 QinQ 标签封装。这时，动态 QinQ 交换设备给上游分配 VLAN 标签。

LDP 在 MPLS 中起了两个作用，一是作为标签分发协议，一是作为 L2 VPN 中的拓扑发现协议。在实现 QinQ VLAN 交换时，需要对 LDP 扩展，完成上述功能。

- 10       在本发明的一个较佳实施例中，为了支持 VLAN 交换，需要定义一种新的标签类型长度值 (Type Lenth Value, 简称“TLV”), 称为 VLAN Label TLV。格式如下：



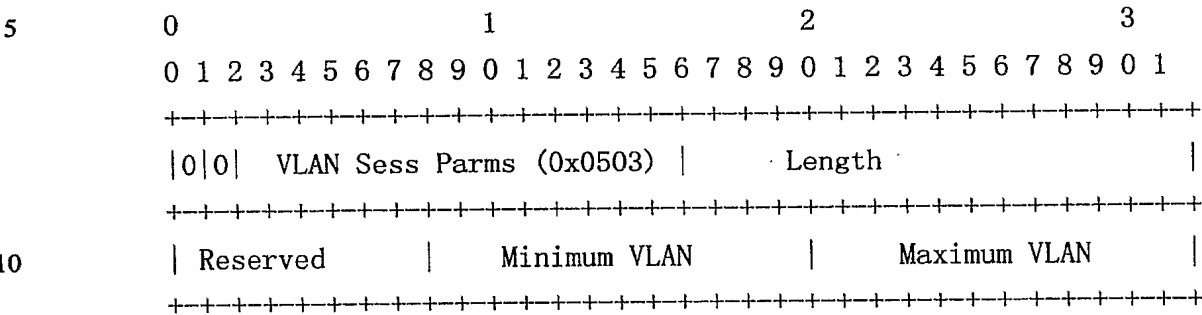
- 20       其中，前 32 比特是标准的，VLAN 标签暂时定义为 0x0203，需要向互联网号码分配权威组织 (Internet Assigned Numbers Authority，简称“IANA”) 申请；后 32 比特中，只有 12 比特有用，表明 VLAN 标签的值，范围是 0-4095；其它比特预留。VLAN Label TLV 在标签映射消息中使用，向上游分配 VLAN 标签。

- 25       本发明的一个较佳实施例中，为了和邻居设备协商 VLAN 标签，采用 VLAN 标签的设备需要通知邻居设备，本设备采用 VLAN 标签并要求邻居设

备在分配标签时给本设备分配 VLAN 标签。在 LDP 初始化消息中，需要通知邻居设备自己是一个动态 QinQ 交换设备，从而为自己分配 VLAN 标签。需要增加一种可选参数，称为 VLAN 会话参数。其 TLV 定义如下：

Type	0x0503
Length	8 bytes
Value	见如下定义

其中 Value 定义如下：

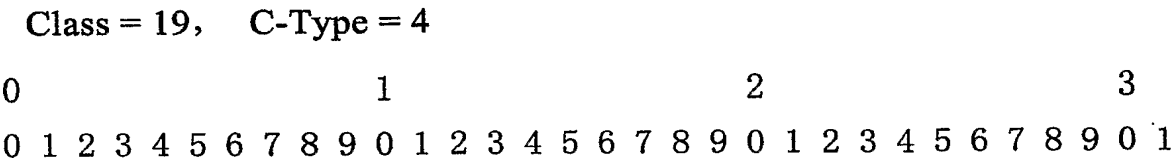


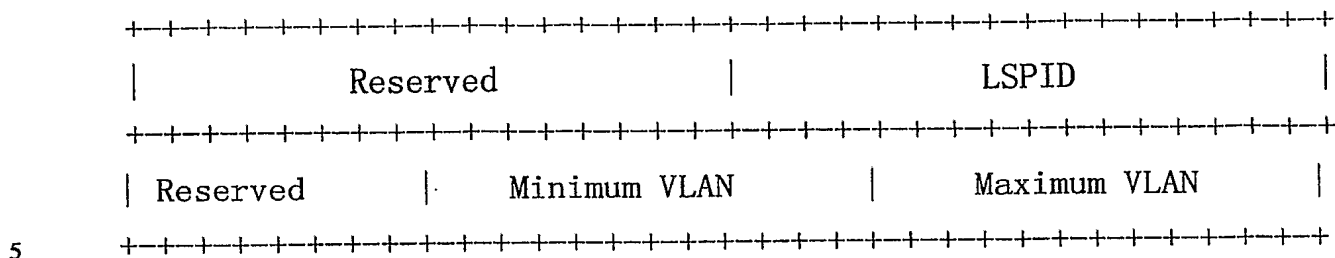
一般情况下，要预留一些 VLAN 做特殊用途，因此定义了 VLAN 的范围。初始化后，向邻居分配标签时，就会分配定义范围内的 VLAN 了。

在本发明的一个较佳实施例中，修改 RSVP-TE 的标签分配部分，而流量工程部分可以完全继承，无需修改。

对标签分配的修改要求同 LDP 是一样的，分配 VLAN 标签以及协商 VLAN 标签范围。

协商 VLAN 标签范围通过 PATH 消息中的标签请求对象 (Label Request Object) 来完成。在本发明的一个较佳实施例中，增加一种 Label Request Object 类型，称为 VLAN Label Request，格式如下：





上游向下游申明其支持的 VLAN 范围后，下游就会通过 RESV 消息分配这个范围内的 VLAN 标签给它。

10 在本发明的一个较佳实施例中，实现 VLL 时，可以采用隧道复用机制，这时候需要两层标签，Tunnel 标签和 VC 标签，其中 VC 标签是出口 PE 分配给入口 PE 的，这一工作可采用 LDP 来完成。在本发明的一个较佳实施例中，采用 QinQ 来实现两层标签，VC 标签的格式为 VLAN 标签，这个 VLAN 标签由 LDP 分配，扩展方式如上所述。

采用上述的方案即可实现 VLL。

15 虽然通过参照本发明的某些优选实施例，已经对本发明进行了图示和描述，但本领域的普通技术人员应该明白，可以在形式上和细节上对其作各种各样的改变，而不偏离所附权利要求书所限定的本发明的精神和范围。

# 说明书附图

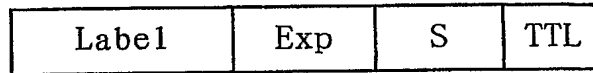


图 1

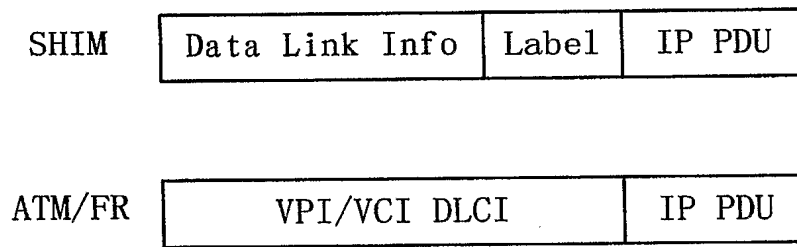


图 2

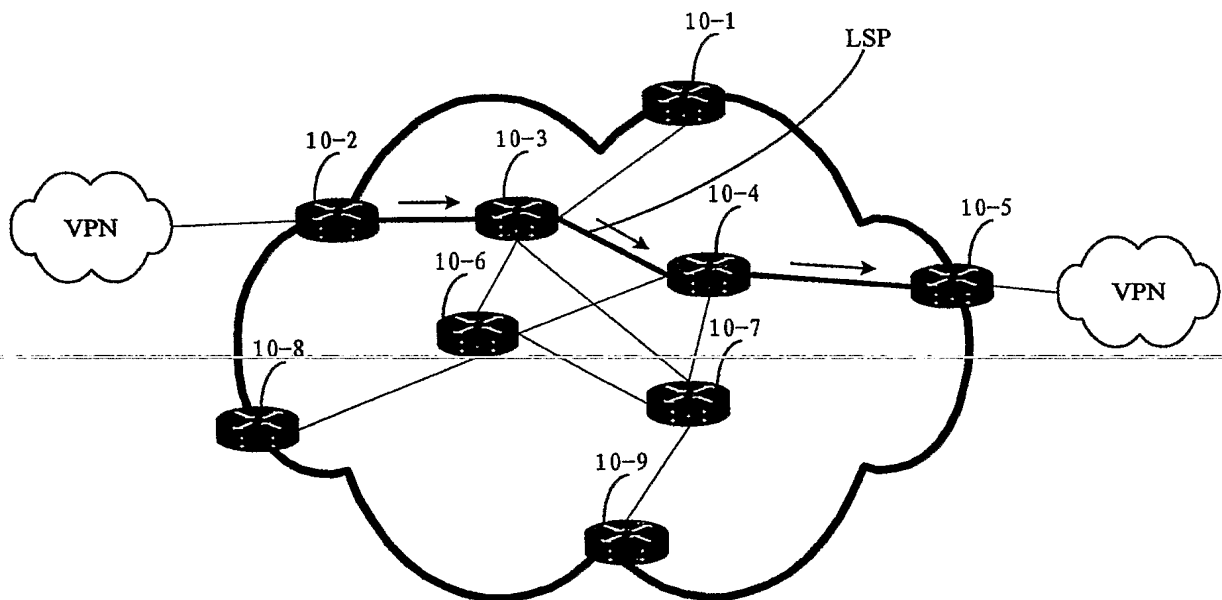


图 3

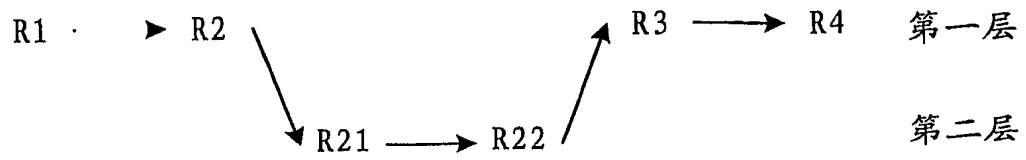


图 4

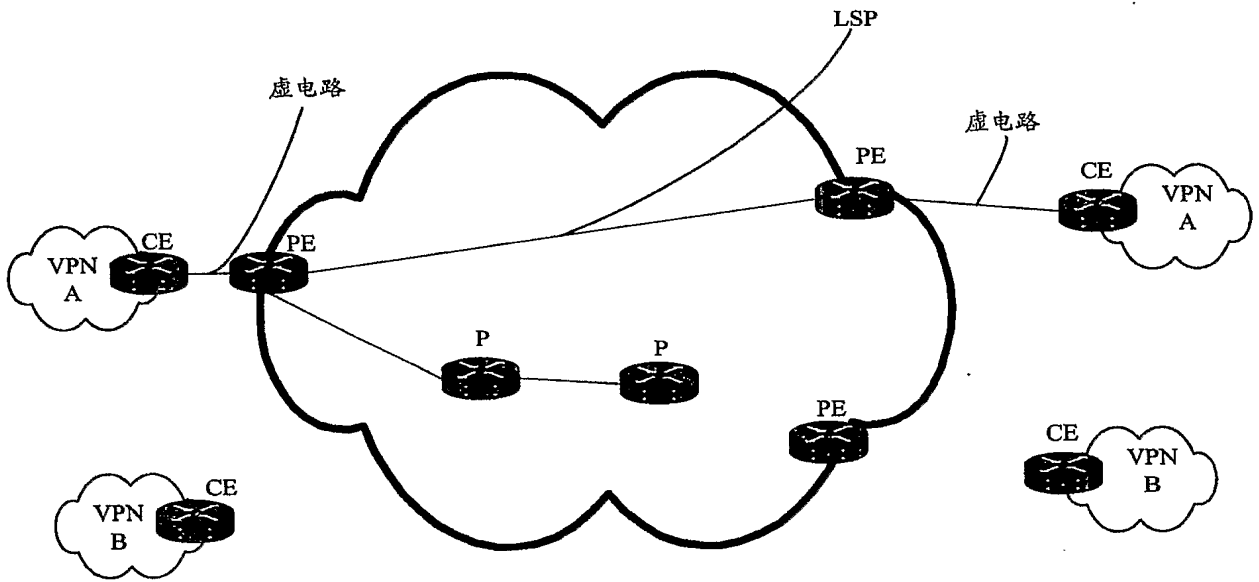
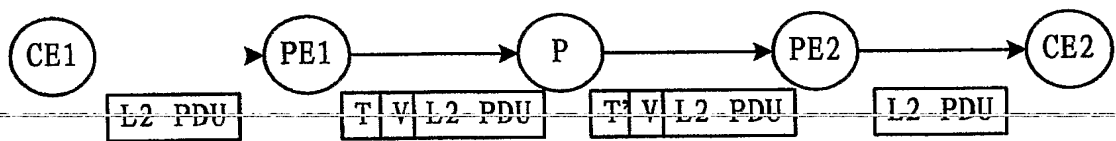


图 5



L2 PDU: 数据链路层报文

T : Tunnel标签

V : VC标签

T' : 转发过程中外层标签会被替换

图 6

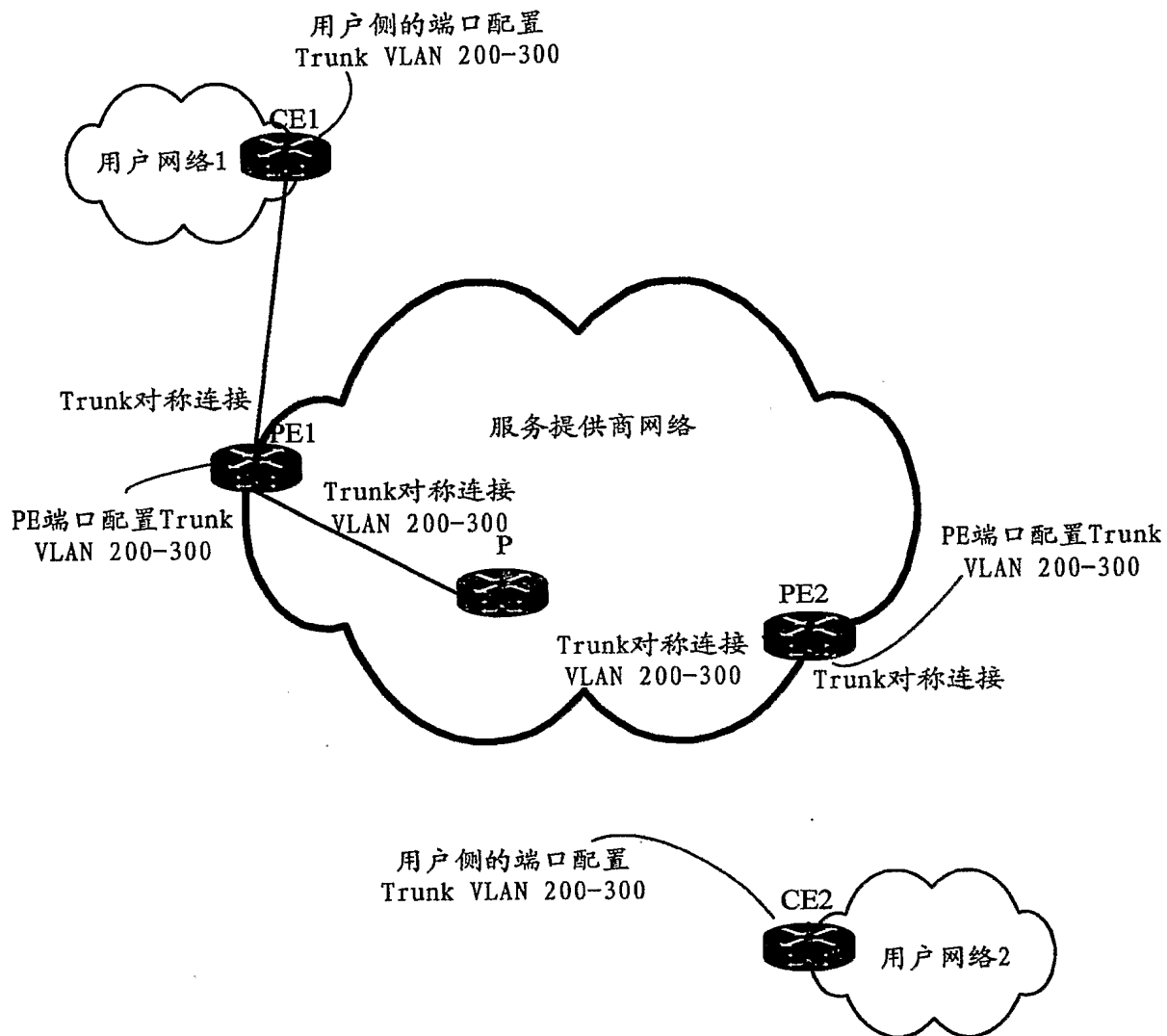


图 7

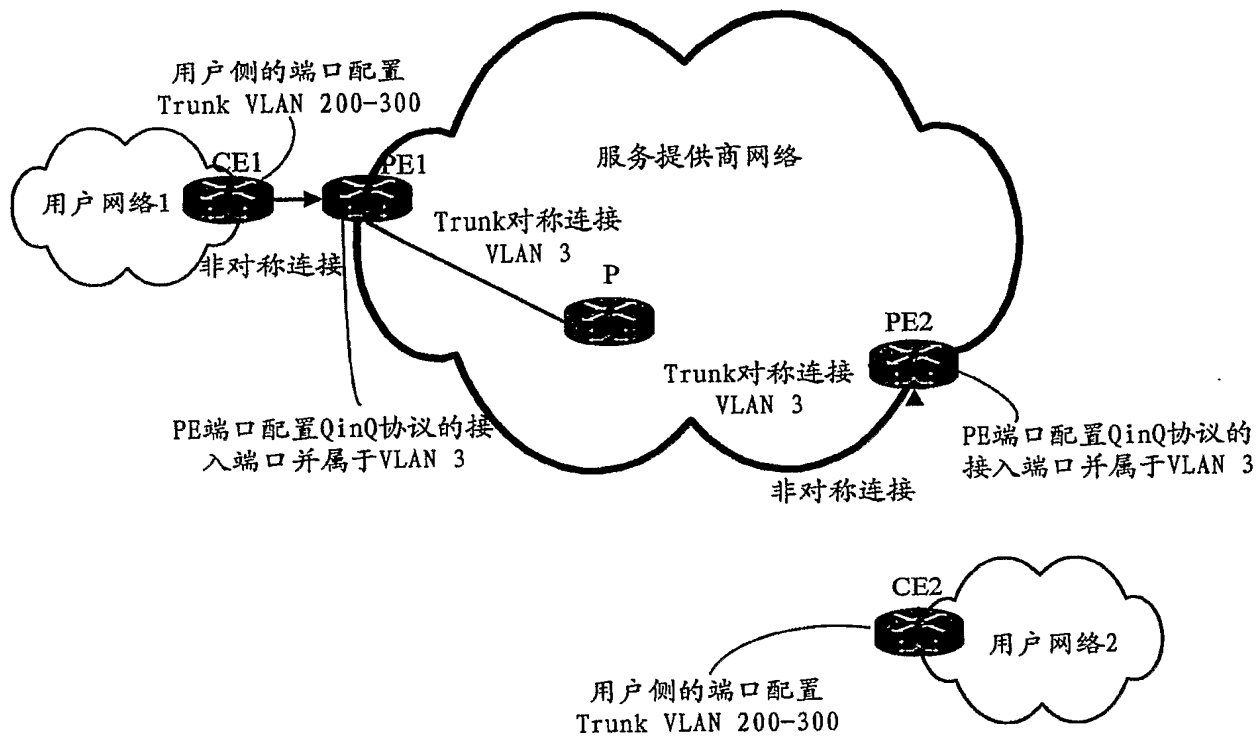


图 8

DA (6B)	SA (6B)	ETYPE (8100) (2B)	用户 VLAN tag (2B)	ETYPE (2B)	DATA (0-1500byte)	FCS (4B)
------------	------------	----------------------	---------------------	---------------	----------------------	-------------

图 9

DA (6B)	SA (6B)	ETYPE (8100) (2B)	VLAN 3的tag (2B)	ETYPE (8100) (2B)	用户 VLAN tag (2B)	ETYPE (2B)	DATA (0-1500byte)	FCS (4B)
------------	------------	----------------------	--------------------	----------------------	---------------------	---------------	----------------------	-------------

图 10